

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-217172

(P2003-217172A)

(43) 公開日 平成15年7月31日 (2003.7.31)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターマコード* (参考)	
G 1 1 B 7/24	5 3 3	G 1 1 B 7/24	5 3 3 H	5 D 0 2 9
	5 3 8		5 3 8 Q	5 D 0 9 0
	5 6 1		5 6 1 N	5 D 1 1 8
			5 6 1 Q	5 D 1 1 9
			5 6 1 R	5 D 7 8 9

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-11252(P2002-11252)

(22) 出願日 平成14年1月21日 (2002.1.21)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 高橋 淳一

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72) 発明者 豊島 伸朗

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(74) 代理人 100093920

弁理士 小島 俊郎

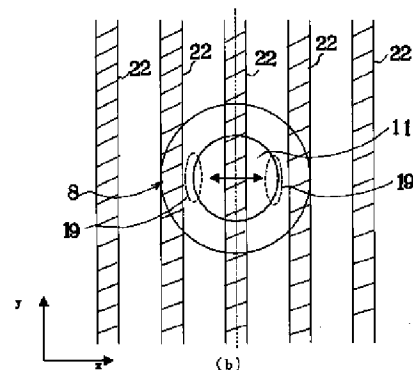
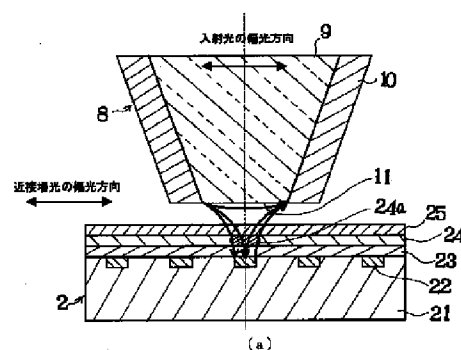
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 記録媒体と光プローブ及び情報記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】記録層に対する光利用効率をより高めて高密度の記録を行う。

【解決手段】金属材料で構成された低抵抗ストライプ22又は低抵抗ドット41を、記録媒体2の情報記録層24の光プローブ8と対向する面と反対側の面に沿って、かつデータ列方向に平行に設け、光プローブ8に照射したレーザ光により光プローブ8の先端の微小開口11で発生する近接場光による電界を低抵抗ストライプ22又は低抵抗ドット41に集中させて、記録層24を効率良く加熱して記録マークを書き込む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光プローブで発生する近接場光により情報を記録する記録媒体において、情報を記録する記録層に沿って、金属材料で構成された低抵抗ストライプをデータ列方向に平行に設けたことを特徴とする記録媒体。

【請求項2】 光プローブで発生する近接場光により情報を記録する記録媒体において、情報を記録する記録層に沿って、金属材料で構成された低抵抗ドットをデータ列方向に平行に設けたことを特徴とする記録媒体。

【請求項3】 上記低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットを記録層の光プローブと対向する面と反対側の面に沿って設けた請求項1又は2記載の記録媒体。

【請求項4】 上記低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットの間隔を $p$ 、幅を $w$ 、光プローブの開口径を $d$ とした場合、 $w < (d/2)$ で、かつ $(2p - w) > d$

の関係を満たすように低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットを平行に設けた請求項1、2又は3記載の記録媒体。

【請求項5】 上記低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットを一定周期で蛇行させた請求項1乃至4のいずれかに記載の記録媒体。

【請求項6】 上記低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットを、一方の辺と他方の辺を異なる周期で蛇行させた請求項1乃至4のいずれかに記載の記録媒体。

【請求項7】 請求項1乃至6のいずれかに記載の記録媒体に近接場光を照射して記録媒体に情報を記録し、記録媒体に記録された情報を再生する光プローブであって、

レーザ光を導入するコアの先端部の金属遮光膜の一部に記録媒体を対向して配置される微小開口を設けたことを特徴とする光プローブ。

【請求項8】 請求項1乃至6のいずれかに記載の記録媒体に近接場光を照射して記録媒体に情報を記録し、記録媒体に記録された情報を再生する光プローブであって、

レーザ光を導入するコアの先端部を突起形状とし、コアの外周面に金属遮光膜を被覆したことを特徴とする光プローブ。

【請求項9】 請求項1乃至6のいずれかに記載の記録媒体に近接場光を照射して記録媒体に情報を記録し、記録媒体に記録された情報を再生する光プローブであって、

レーザ光を導入するコアの先端部を角錐形状とし、角錐形状の斜面の一部に金属遮光膜を被覆したことを特徴とする光プローブ。

【請求項10】 請求項7、8又は9記載の光プローブを有することを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項11】 請求項10記載の情報記録再生装置に

おいて、光プローブの先端で発生する近接場光の偏光方向が記録媒体のデータ列方向に対して直交する方向になるように光プローブにレーザ光を照射することを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項12】 請求項11記載の情報記録再生装置において、請求項1乃至4のいずれかに記載の記録媒体に光プローブから近接場光を照射するときに、光プローブから発生する近接場光が、記録媒体の低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットに対して一定周期で蛇行するように光プローブに振動を与えることを特徴とする情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、各種情報を記憶する記録媒体と、記録媒体に対して情報の記録あるいは再生、または記録と再生を行う光プローブ及び情報記録再生装置、特に記録密度の向上に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光ディスク等の光メモリに対する情報の記録や再生に使用するため現在実用化されている情報記録再生装置は、光の波長と対物レンズの開口数で定まる光の回折限界にまで集光したレーザ光を記録媒体へ照射して記録層に熱的・磁氣的変調を与えて情報を記録し、情報を記録した記録ピットによって変調される反射光強度および偏光を検出して情報の再生を行っている。この情報記録再生装置を使用した場合、光メモリの記録密度は光の回折限界で決定されてしまい、近年のコンピュータ等の情報機器を取り巻く情報量の増大に対応していくためには限度があり、光の回折限界を超えるような記録密度を達成する大容量光メモリが要求されている。

【0003】このような大容量光メモリとして有望視されているものとして、近接場光を用いて情報の記録と再生を行ういわゆる近接場光を利用した情報記録再生装置や記録媒体が提案されている。近接場とは、屈折率の異なる2つの媒体の一方から全反射条件以上で入射した光が、反射境界面ですべて反射されるが、一部境界面を越え非伝播の電磁場成分のみが染み出した領域ができ、この非伝播の電磁場領域のことをいう。この近接場は、入射する光の波長よりも微小な開口近傍にのみ染み出し、開口寸法とほぼ同じ程度しか横方向の広がりを持たないといわれている。そのため、開口寸法を小さくすることにより、光の回折限界を超えた解像度を得ることができる。

【0004】例えば特開2000-21005号公報に示された近接場光ヘッドは、記録媒体と接触またはほぼ一定の間隔を保って浮上しながら相対運動をするスライダに設けられ、記録媒体に近接場光を発生させる光プローブを光学的に透明な材料で4角錐体状に形成し、かつ光プローブ全体を金属被膜で覆い、この光プローブに直線偏光のレーザ光を照射して金属表面に表面プラズマ波

を発生させ、これが4角錐体のエッジに集まり、さらに先端に伝搬、集光させて高い光利用効率を得るようにしている。

【0005】また、図19に示すように、開口径Dが100nmで先端が露出した円錐形状の石英51の外周部をアルミ遮光膜52で覆った光プローブ50の先端を、ガラス基板53に金属反射膜54と誘電体層55と記録層(相変化記録膜)56及び誘電体層57を積層した記録媒体58に対して距離20nmだけ離れた計算モデルを使用し、レーザ光を光プローブ50に照射したときの電界分布をシミュレーションした結果を図20に示す。図20において(a)は照射したレーザ光の偏光方向と平行な方向の電界分布を示し、(b)はレーザ光の偏光方向と垂直な方向の電界分布を示し、(c)は光プローブ50と記録媒体58の間隙内における面内電界分布を示し、(d)は記録層56内の面内電界分布を示す。図に示すように、光プローブ50の先端周辺の近接場光は、光プローブ50と記録媒体58の間隙内に留まり、記録媒体58側に入っていかなく、記録層56内にはほとんど電界が存在しないことが確認できた。

【0006】また、特開2000-285505号公報に示された記録媒体は、記録層の表面の一部に薄い金属からなる層を設け、この金属からなる層を光プローブとの距離検出に利用して、記録媒体と光プローブとの相対的位置関係の精度を高めるようにしている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記のように記録媒体を光プローブ先端に対向させた場合、近接場光の電界はほとんどが光プローブと記録媒体表面との間隙に留まり、記録媒体の記録層には電がほとんどはいっていかず非常に効率が悪いという短所がある。また、記録層では電界分布が広がってしまうため、電界を小さな領域に集中できず、記録マークの書き込みや読み込みの分解能が低下し、光プローブの単独の性能である光利用効率の向上と近接場光スポット径の小径化を向上させても、記録媒体内では全く活かされず、実際に書き込み等に利用する光利用効率や記録密度を向上させることは困難であった。

【0008】また、特開2000-285505号公報には、記録層の表面の一部に設けた薄い金属層を利用して記録媒体と光プローブとの相対的位置関係の精度を高めることは記載されているが、記録層の光プローブと対向する面に金属層を設けても、記録層に対する光利用効率や記録密度を向上させることはできないという短所がある。

【0009】この発明はかかる短所を改善し、記録層に対する光利用効率をより高めて高密度の記録を行うことができる記録媒体と光プローブ及び情報記録再生装置を提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】この発明に係る記録媒体

は、光プローブで発生する近接場光により情報を記録する記録媒体において、情報を記録する記録層に沿って、金属材料で構成された低抵抗ストライプをデータ列方向に平行に設け、光プローブで発生する近接場光による電界を低抵抗ストライプに集中させて記録層を効率良く加熱して記録マークを書き込むことを特徴とする。

【0011】この発明に係る他の記録媒体は、情報を記録する記録層に沿って、金属材料で構成された低抵抗ドットをデータ列方向に平行に設け、光プローブで発生する近接場光による電界を低抵抗ドットに集中させて記録層をより効率良く加熱して記録マークを書き込むことを特徴とする。

【0012】上記低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットを記録層の光プローブと対向する面と反対側の面に沿って設け、光プローブで発生する近接場光による電界を低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットの直上に集中させ、記録層を効率良く加熱して記録マークを書き込む。

【0013】また、低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットの間隔を $p$ 、幅を $w$ 、光プローブの開口径を $d$ とした場合、 $w < (d/2)$ で、かつ $(2p - w) > d$ の関係を満たすように低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットを平行に設け、光の利用効率と分解能を同時に向上させる。

【0014】また、低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットを一定周期で蛇行させたり、低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットを、一方の辺と他方の辺を異なる周期で蛇行させて、トラッキングエラー信号を高精度でかつ容易に得る。

【0015】この発明に係る光プローブは、上記記録媒体に近接場光を照射して記録媒体に情報を記録し、記録媒体に記録された情報を再生する光プローブであって、レーザ光を導入するコアの先端部の金属遮光膜の一部に記録媒体を対向して配置される微小開口を設け、微小開口と金属遮光膜の境界に電界を集中させ、光の利用効率と分解能を向上させる。

【0016】この発明に係る他の光プローブは、レーザ光を導入するコアの先端部を突起形状とし、コアの外周面に金属遮光膜を被覆し、光プローブの先端部に電界を集中させ、光の利用効率と分解能を向上させる。

【0017】また、レーザ光を導入するコアの先端部を角錐形状とし、角錐形状の斜面の一部に金属遮光膜を被覆し、金属開口特有の双峰性を抑え、光の利用効率を高める。

【0018】この発明に係る情報記録再生装置は上記光プローブを使用して、低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットを有する記録媒体に情報を記録するとともに、記録媒体に記録された情報を再生し、光の利用効率と分解能を向上させることを特徴とする。

【0019】また、記録媒体に情報を記録し、再生する

ときに、光プローブの先端で発生する近接場光の偏光方向が記録媒体のデータ列方向に対して直交する方向になるように光プローブにレーザ光を照射して、光プローブで発生する近接場光による電界を低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットに集中させて、光の利用効率と分解能を向上させる。

【0020】また、低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットをデータ列方向に平行に設け記録媒体に対して情報を記録再生するときに、光プローブから発生する近接場光が、記録媒体の低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットに対して一定周期で蛇行するように光プローブに振動を与え、トラッキングエラー信号を高精度でかつ容易に得る。

#### 【0021】

【発明の実施の形態】図1はこの発明の情報記録再生装置の構成図である。図に示すように、情報記録再生装置1は、円形の記録媒体2を図示しないスピンドルモータで回転させた状態で記録媒体2に情報を記録したり再生するものであり、光ヘッド3と、光ヘッド3に記録再生用のレーザ光を照射する光学系4を有する。光ヘッド3は、光学系4を有するアーム5にサスペンション6を介して取付けられたスライダ7と、スライダ7に取付けられた光プローブ8を有する。

【0022】光プローブ8は例えば石英コアからなる光ファイバ9で形成され、図2(a)の断面図に示すように、光ファイバ9の先端を例えばバッファードフッ酸(フッ酸とフッ化アンモニウムと水の混合液)によりコアを先鋭化し、金属遮光膜10を堆積した後、FIB(Focused Ion Beam)により先端部分の金属遮光膜を除去してコアの先端に開口11が設けられている。金属遮光膜10はAlやAu、Ag、Cuなどの金属、あるいは、Al、Au、Ag、Cuを主成分として他の元素を添加した合金、例えばAgPdCu、AgAuCu、AgCu、AgZn、AgCuAl、AgRuZr、AgNiAlTi、AlCu、AlSiCu、CuTiなどを用いる。すなわち、これらの金属は抵抗が小さいため、電界が一部分に集中しやすいためである。

【0023】光学系4は、半導体レーザ素子(LD)12からレーザ光を射出し、コリメータレンズ13により平行光とし、この光を偏光ビームスプリッタ14と1/4波長板15を透過させたのち対物レンズ16で集光して光プローブ8に照射する。光プローブ8に照射された光は光プローブ8の先端で微小なサイズの近接場光に変換される。この変換された近接場光により記録媒体2に設けられた記録層に情報を記録し、高密度な記録を実現することができる。また記録媒体2に記録された情報を再生するときは、記録層から反射した光が光プローブ8と対物レンズ16及び1/4波長板15を通り、偏光ビームスプリッタ14で反射し、集光レンズ17により光検出器18に集光し、光検出器18により光強度が検出

され情報を再生する。なお、LD12から記録媒体2に照射される光と記録媒体2から光検出器18に反射された光の分離には、図1に示した偏光分離方式でなく、ハーフミラーを用いた方式でも良い。

【0024】記録媒体2は、図2(a)の断面図に示すように、ポリカーボネートあるいはガラスで形成された基板21と、基板21の表面に形成され、図2(b)の上面図に示すように、データを書き込む方向に平行に配列されている低抵抗ストライプ22と、低抵抗ストライプ22を有する基板21の表面に積層された誘電体層23と記録層24及び保護層25を有する。低抵抗ストライプ22は、Ag、Au、Al、Ni、Cr、Ta、Ti、Mo、Mg、Cu、Sn、Zn、Pb、In、Bi、W、Ir、Tl、Ptやビスマス等の金属、またはこれらの合金、例えばAg、Al、Cu、Auを主成分として、他の元素を添加したAgPdCu、AgAuCu、AgCu、AgZn、AgCuAl、AgRuZr、AgNiAlTi、AlCu、AlSiCu、CuTiことができる。これらの金属は低抵抗であり、特にAgは、その表面の平滑性に優れているので好ましい。また、金属と同様な抵抗値、特に光周波数においても同様な抵抗値を持っている物質であれば良い。誘電体層23と保護層25はZnS-SiO<sub>2</sub>やAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlN、SiO<sub>2</sub>などの透光性薄膜材料で形成したり、スパインコート法による紫外線硬化樹脂を用いたり、あるいは前記透過光性薄膜と紫外線硬化樹脂を積層構成としても良い。また、透光性薄膜上に接着層を設けて、ポリカーボネートやガラスなどの透明基板を接着してもかまわない。記録層24は相変化型記録材料又は追記型記録材料で形成されている。相変化型記録材料としては、Sb/Te比が1から4の範囲にあるSbTeと、SbTeの他に、Ag、In、Ge、Ga、Al、Sn、Bi、Siの群から選ばれる少なくとも1種の元素を含有する組成とする。例えば、AgInSbTe、GeSbTe、GeInSbTe、GeGaSbTe、GaSbTeなどである。追記型記録材料としては、Bi、In、Pb、Sn、Te、Zn、Ga、Ag、Al、Ge、Sb、Si、Au、Cu、Ni、Mg、Cなどの元素群から選ばれる少なくとも2種類の元素を混合して用いる。例えば、BiTe、InTe、SnTe、ZnTe、GaTe、AgTe、AlTe、GeTe、SbTe、CTeなどのテルル化合物を用いることができる。また、BiSbTe、InSbTe、GaSbTe、AgSbTe、AlSbTe、GeSbTeなどのカルコゲン化合物を用いることもできる。また光プローブ8と記録媒体2表面との耐摺動向上のためには、保護層25の上に炭素材料や窒化シリコンで形成した耐摺動層を設けても良い。

【0025】上記のように構成した情報記録再生装置1で記録媒体2に情報を記録するときは、記録媒体2のデ

一タ列方向すなわち低抵抗ストライプ22の延伸方向に対して直角の方向に直線偏光された近接場光が光プローブ8の先端に生じるように光学系4から光プローブ8にレーザ光を入射させる。すなわちレーザ光を低抵抗ストライプ22の延伸方向に対して直角の方向に直線偏光で入射する。このレーザ光の波長は光プローブ8の微小開口11の開口径よりも長いものとする。図2(a)に示すように、光プローブ8の中心軸が低抵抗ストライプ22の中心線と一致している場合、図2(b)に示すように、光ファイバ9の微小開口11と金属遮光膜10の境界で、かつ偏光に平行な部分19に電界が集中する。一方、近接場光は入射したレーザ光の周波数を持つ交流電界(実際は磁界もあるのであるが説明を簡単にするために電界のみについて説明する)であるから、微小開口11の中心軸上に低抵抗ストライプ22の中心線がある場合、低抵抗ストライプ22の電位は前記電界に対して中性になる。また、低抵抗ストライプ22を形成した金属は抵抗が非常に小さいので、低抵抗ストライプ22の場所によらず電位は等しくなる。微小開口11と金属遮光膜10の境界の電界が集中した部分19からでた電気力線は保護層25と記録層24及び誘電体層23を通して低抵抗ストライプ22に集中する。これにより電界が低抵抗ストライプ22の直上に集中し、記録層24のこの部分24aに有効に電界が加えられる。すなわち、電界が低抵抗ストライプ22上に集中するので高分解能に、かつ記録層24が近接場光により効率よく加熱され、記録マークを書込むことができる。また、書込まれたデータを効率良く読み取ることができる。

【0026】ここで、例えば光プローブ8で発生する近接場光の偏光が低抵抗ストライプ22の延伸方向に平行な場合は、電界は図2(b)に示すように低抵抗ストライプ22の幅の限られた領域に集中することなく、低抵抗ストライプ22の広い領域に分散してしまい、電磁波エネルギーが集中せず、記録層24を効率良く加熱することはできなくなってしまう。そこで低抵抗ストライプ22の延伸方向に対して直角の方向に直線偏光された近接場光が光プローブ8の先端に生じるように光学系4から光プローブ8にレーザ光を入射させる必要がある。また、低抵抗ストライプ22に電界を集中させるためには、光プローブ8の先端の微小開口11の開口径と低抵抗ストライプ22の幅と間隔を一定範囲に規制する必要がある。こので図3に示すように、微小開口11の開口幅をd、低抵抗ストライプ22の幅をw、低抵抗ストライプ22のピッチをpとして計算機シミュレーションにより光の利用効率と分解能を調べた結果、次の条件のときに光の利用効率と分解能を同時に向上できることが確認できた。

$$w < d/2 \quad \text{かつ} \quad (2p - w) > d$$

ここで  $(2p - w) > d$  は光プローブ8の微小開口11の部分の下に、書込みあるいは読取りを行おうとする低

抵抗ストライプ22以外の低抵抗ストライプ22が存在してはならないことを意味する。

【0027】次に記録媒体2の基板21に低抵抗ストライプ22を形成する方法を説明する。低抵抗ストライプ22を形成する方法の一例としては、Stephen Y. Chou, et al, "Inprint Lithography with 25-Nanometer Resolution", SCIENCE, Vol. 272, No. 5 April 1996, pp85-87で詳しく述べられている鋳型転写法(インプリントリソグラフィ法)が挙げられる。この方法は、図4の工程図の(a)に示すように、ガラスまたはポリカーボネートなどのプラスチックからなる基板21上に金属膜30を予め堆積しておく。そして(b)に示すように石英またはSiC等で形成され、下面に凹凸形状の溝を有する鋳型31を金属膜30の上に配置し、(c)に示すように鋳型31を金属膜30の表面に押付ける。その後

(d)に示すように鋳型31を取り去る。鋳型31を取り去ると、金属膜30の表面に鋳型31の凹凸形状に倣った凹凸が形成される。この凹凸が形成された金属膜30をRIEなどでエッチングを行うと凹部が先になくなる。ここでエッチングを止めると(e)に示すように基板21の表面に一定ピッチで一定幅の低抵抗ストライプ22が形成される。この低抵抗ストライプ22に誘電体層23と記録層24及び保護層25を順次堆積させることにより記録媒体2を形成することができる。

【0028】また、低抵抗ストライプ22を形成する第2の方法として、G.M. ホワイトサイズ、J.C. ラブ、「ナノ構図を作る新技術」、日経サイエンス2001年12月号pp30-41で詳しく述べられているソフトリソグラフィ法がある。この方法は、図5の工程図の(a)に示すように、マスター基板32の表面フォトリソグラフィあるいは電子ビームリソグラフィにより複数の突条を有するフォトレジストのマスター33を作成する。このマスター33の上に、(b)に示すように、固まる前のポリジメチルシロキシサン(PDMS)の液体を注ぎ込む。このPDMSの液体はマスター基板32とマスター33で形成された凹凸パターンを写し取ってゴム状に固まり、PDMSスタンプ34を形成する。このPDMSスタンプ34を(c)に示すようにマスター基板32から剥がし取る。そして(d)に示すように、PDMSスタンプ34を、基板21上に堆積した金属膜30の表面に置き、金属膜30とPDMSスタンプ34の凹溝で溝部35を形成する。そして(e)に示すように、溝部35に図示しない注入孔から液体ポリマー36を注ぎ込む。この液体ポリマー36が固まったところで(f)に示すようにPDMSスタンプ34を取り除き、金属膜30の表面に固化したポリマーのパターン37が形成される。この金属膜30をRIEなどでエッチングを行うと

(g)に示すように、ポリマーのパターン37の部分だけを残して基板22の表面に低抵抗ストライプ22が形成される。

【0029】また、低抵抗ストライプ22を形成する第3の方法として、フォトリソエッチングリフトオフを用いた方法がある。この方法は図6の工程図の(a)に示すように、石英の基板21の表面にI-線ステッパー露光機などを使ってレジストパターン38を形成する。そしてレジストパターン38が形成された基板21の表面をバッファードフッ酸によりサイドエッチングを行い、(b)に示すように開口部39を作製する。その後レジストパターン38と基板21の表面にAg等の金属膜40を堆積する。そしてレジストパターン38をアセトン超音波により除去することにより、(d)に示すように、基板21の表面にAg等の金属からなる低抵抗ストライプ22を形成することができる。

【0030】前記記録媒体2は、基板21の表面に低抵抗ストライプ22を形成した場合について説明したが、図7に示すように、一定ピッチで直交するマトリクス状に配置された低抵抗ドット41を基板21の表面に形成しても良い。図7において(a)は記録層24のデータ列と直交するx方向の断面図、(b)は上面図、

(c)はデータ列と方向であるy方向の断面図である。この低抵抗ドット41の形状は、図7に示すように正方形で形成したり、矩形その他の形状で形成しても良い。例えば低抵抗ドット41を4角形で形成し、x方向の辺の長さをwx、y方向の辺の長さをwy、x方向とy方向のピッチをpx、py、光プローブ8の微小開口11のx方向とy方向の径をpx、pyとすると、下記条件を満たすように低抵抗ドット41を形成することにより光の利用効率と分解能を同時に実現できる。

$$wx < dx/2 \quad \text{かつ} \quad (2px - wx) > dx$$

$$wy < dy/2 \quad \text{かつ} \quad (2py - wy) > dy$$

また、x方向とy方向に一定長さを有する低抵抗ドット41を記録層24の光プローブ8とは反対側に設けることにより、低抵抗ストライプ22を設けた場合と比べて記録層24のデータ列方向であるy方向に関しても金属領域が限定され、より電界が集中して解像度及び光利用効率を向上することができる。この低抵抗ドット41は低抵抗ストライプ22を作成する場合と同じ方法で基板21に形成することができる。

【0031】この場合も近接場光の偏光方向は記録層24のデータ列方向に直交する方向に設定する。実際に記録再生を行うとき、記録媒体2は光プローブ8に対してデータ列方向に相対的に移動する。このとき図8に示すように、光プローブ8に対して低抵抗ドット41が記録層24のデータ列と直交するx方向にずれて、いわゆるトラッキングずれを生じたとする。このとき光プローブ8の電界が集中する一方の部分LPに低抵抗ドット41が近づくので、電界が集中する部分LPと低抵抗ドット41との結合容量が大きくなり、低抵抗ドット41の電位は部分LPの電位に近づく。したがって、両者間に生じる電界は弱くなる。また、光プローブ8の電界が集中

する他方の部分RPは低抵抗ドット41との距離は離れ、低抵抗ドット41と電界が集中する部分RP間に生じる電界が弱くなる。したがって低抵抗ドット41直上の記録層24からの反射光は弱くなる。すなわちトラッキングずれが生じると記録媒体2の反射光から得る信号は弱くなるので、この変化からトラッキングずれを検出することができる。この場合、近接場光の偏光方向とトラッキングずれが生じる方向を一致させておくことにより、高い感度でトラッキングずれを検出することができる。すなわち、近接場光の偏光方向がデータ列に対して平行な場合は、トラッキングずれが生じて、光プローブ8の金属遮光膜10で電界が集中している部分から低抵抗ドット41までの距離変動が小さいので、トラッキングずれによる反射光の減衰が少なくなる。このためトラッキングずれ検出の感度が低くなってしまいうから、これを防いでトラッキングずれを感度良く検出するために、近接場光の偏光方向を記録層24のデータ列方向に直交する方向に設定する。

【0032】また、トラッキングエラー信号を得るために、光プローブ8の中心すなわち近接場スポットと低抵抗ストライプ22や低抵抗ドット41の中心を相対的に移動すると良い。この光プローブ8と低抵抗ストライプ22や低抵抗ドット41の中心を相対的に移動する方法の1つとして、図9と図10に示すように、低抵抗ストライプ22や低抵抗ドット41を記録層24のデータ列に対して一定周期でsin波状に蛇行するように形成すると良い。なお、図9と図10では説明のために、低抵抗ストライプ22と低抵抗ドット41の蛇行の周期と光プローブ8の微小開口11の開口径dをほぼ同じ程度の大きさに示したが、低抵抗ストライプ22と低抵抗ドット41の蛇行の周期は光プローブ8の微小開口11の開口径dよりはるかに大きくする。

【0033】例えば低抵抗ストライプ22の蛇行の周期をL(m)とし、光プローブ8と記録媒体2との相対的な移動速度(線速度)をv(m/s)とする。光プローブ8と記録媒体2が相対的に移動すると、低抵抗ストライプ22が蛇行しているので、低抵抗ストライプ22の中心位置は光プローブ8の微小開口11の中心軸直下から一定の周期 $T=L/v$ でずれる。このように低抵抗ストライプ22の中心位置が光プローブ8の微小開口11の中心軸からずれると、光プローブ8の電界が集中する他方の部分LP、RPと低抵抗ストライプ22の間に生じる電界は弱くなり、低抵抗ストライプ22直上の記録層24からの反射光は弱くなる。ここで低抵抗ストライプ22の蛇行の中心と光プローブ8の微小開口11の中心軸が一致した状態、すなわちオン・トラックの状態から低抵抗ストライプ22が記録層24のデータ列と直交するx方向の左右にずれた場合、左右のずれ量は光プローブ8の微小開口11の中心軸に対して一定になり、低抵抗ストライプ22直上の記録層24からの反射光の減

少分は等しくなる。したがって記録層24からの反射光の光信号強度は、図11(a)に示すように、周期 $T/2$ で変化する。そして低抵抗ストライプ22の蛇行の中心が光プローブ8の微小開口11の中心軸に対して左右にずれた状態、すなわちオフ・トラックの状態になると、記録層24からの反射光の光信号強度は、ずれた方向が大きくなり、図11(b), (c)に示すように、周期 $T$ で左右にずれた方向により位相180度反転した光強度信号となる。また、低抵抗ストライプ22の中心が微小開口11の中心軸からのずれが大きいと、その振幅も大きくなる。したがって、蛇行した低抵抗ストライプ22により生じる記録層24からの反射光の光信号強度を周波数 $f = t/T$ で同期・位相検波して増幅するとトラッキングエラー信号を得ることができる。実際には蛇行した低抵抗ストライプ22がある領域より前に、基準となる参照信号を発生させる領域(同期領域)が設けられている。これを参照信号として位相検波すると、オン・トラックになっている場合は、周波数は $2f = 2/T$ となり、位相検波された信号は参照信号の2倍の周波数の信号に対しては不感になり、オフ・トラックのときにトラッキングエラー信号を検出することができる。このトラッキングエラー信号の周波数は記録マークからの情報信号のそれに対して著しく低いので、周波数フィルタによりトラッキングエラー信号だけを取り出すことができる。また、基板21に蛇行する低抵抗ドット41を設けた場合も、同様にしてトラッキングエラー信号を得ることができる。

【0034】前記説明では低抵抗ストライプ22や低抵抗ドット41を記録層24のデータ列に対して一定周期でsin波状に蛇行するように形成した場合について説明したが、図12と図13に示すように、低抵抗ストライプ22や低抵抗ドット41を、記録層24のデータ列と直交するx方向の左右の辺で異なる周期で蛇行させるようにしても良い。例えば図12に示すように、低抵抗ストライプ22のx方向の一方の辺例えば右側の辺は周期 $L$ でsin波状に蛇行し、他方の辺例えば左側の辺はこれと異なる周期、例えば周期 $2L$ でsin波状に蛇行させる。この場合、低抵抗ストライプ22は右側の蛇行により光プローブ8の微小開口11の中心軸直下から一定の周期 $T = L/v$ でずれることになる。したがって先に述べた理由により周期 $T$ で周波数 $f$ の信号が現れる。一方、左側の蛇行により低抵抗ストライプ22は光プローブ8の微小開口11の中心軸直下から周期 $2T = 2L/v$ でずれることになる。したがって周期 $2T$ で周波数 $f/2$ の信号が現れる。

【0035】低抵抗ストライプ22の蛇行の中心が微小開口11の中心に一致している場合、すなわちオン・トラックになっている場合、低抵抗ストライプ22の蛇行の幅が等しいので、周期 $T$ の信号と周期 $2T$ の信号は同じ強度で現れる。これに対して低抵抗ストライプ22の

蛇行の中心が微小開口11の中心に一致してときよりも右に寄った場合、すなわち右側にオフ・トラックになっている場合、左側の辺の蛇行により生じる周期 $2T$ の信号強度の方が大きくなる。逆に、低抵抗ストライプ22の蛇行の中心が左側に寄った場合、右側の辺の蛇行により生じる周期 $T$ の信号強度の方が大きくなる。そこで基準となる参照信号を発生させる同期領域から周期 $T$ と周期 $2T$ の参照信号を作り、それぞれにより記録層24からの反射光の光信号強度信号を同期・位相検波し増幅する。周期 $T$ で同期・位相検波すると、周期 $T$ の信号のみが得られ、周期 $2T$ の信号に関しては不感になる。同様に、周期 $2T$ で同期・位相検波すると、周期 $2T$ の信号のみが得られ、周期 $T$ の信号に関しては不感になる。このようにして周期 $T$ と周期 $2T$ の信号を分離することができ、周期 $T$ から得られた信号と周期 $2T$ から得られた信号を差し引くことにより、光プローブ8の中心軸と低抵抗ストライプ22の中心とのずれの方向と大きさを求めて、トラッキングエラー信号を得ることができる。また、先に述べたように、トラッキングエラー信号の周波数は記録マークからの情報信号のそれに対して著しく低いので、周波数フィルタによりトラッキングエラー信号だけ取り出すことができる。これまでは右側の蛇行と左側の蛇行の周波数が2倍の場合を述べたが、位相検波ではなく狭帯域のフィルタを用いれば、異なる周波数であれば、これ以外の周波数設定でも同様の効果を得ることができる。低抵抗ドット41を設けた場合も、同様にしてトラッキングエラー信号を得ることができる。なお、低抵抗ストライプ22や低抵抗ドット41をsin波状に蛇行する代わりに矩形波あるいは三角波状に蛇行させても良い。

【0036】また、低抵抗ストライプ22や低抵抗ドット41を蛇行させる代わりに、記録媒体2の基板21に記録層24のデータ列と平行な低抵抗ストライプ22や一定ピッチで直交するマトリクス状に配置された低抵抗ドット41に対して光プローブ8を記録層24のデータ列と直交するx方向に一定周期で振動させても良い。この光プローブ8を振動する方法としては、図14

(a)に示すように、光ファイバからなる光プローブ8の光学系4側をスライダ7に固定し、先端を自由にしたいわゆる片持ち梁構造で保持し、光プローブ8の金属遮光膜10を接地する。そしてスライダ7の光プローブ8先端と対向し、記録層24のデータ列と直交する方向の両面にそれぞれ固定電極42を設ける。この2つの固定電極42と金属遮光膜10の間にそれぞれ独立して交流電圧を印加する。この交流電圧の印加により固定電極42と光プローブ8の先端部との間に静電引力が働き、光プローブ8の先端を記録層24のデータ列と直交する方向に一定周期で振動させてトラッキングエラー信号を検出することができる。

【0037】また、図14(b)に示すように、光プロ

ープ8の光学系4側の、記録層24のデータ列と直交する方向に1対の圧電素子43を設け、金属遮光膜10をコモン電極として1対の圧電素子43にそれぞれ独立して交流電圧を印加したり、図14(c)に示すように、金属遮光膜10を磁性体で形成し、スライダ7の光プローブ8先端と対向し、記録層24のデータ列と直交する方向の両面にコイル44を設け、各コイル44にそれぞれ独立して交流電圧を印加することにより、光プローブ8の先端を記録層24のデータ列と直交する方向に一定周期で振動させることができる。

【0038】また、光プローブ8を直接振動させる代わりに、サスペンション6とスライダ7の間に前記と同様な振機構を設けて光プローブ8を記録層24のデータ列と直交する方向に一定周期で振動させるようにしても良い。

【0039】このように光プローブ8を振動させる場合、低抵抗ストライプ22が周期 $L$  (m)で蛇行している場合と宛同じトラッキングエラー信号の周波数を得るためには、光プローブ8と記録媒体2との相対的な移動速度(線速度)を $v$  (m/s)とすると、 $f = (v/L)$ で定まる周波数で、光プローブ8を振動させれば良い。

【0040】前記説明では光プローブ8を光ファイバ9で形成した場合について説明したが、図15の構成図に示すように、平板型の光プローブ8にも同様に適用することができる。この平板型の光プローブ8は、図16

(a)、(b)に示すように、石英の平面基板や半導体基板あるいは半導体膜をガラス基板に積層した基板45の一方の表面に金属遮光膜10を形成し、この金属遮光膜10をフォトリソグラフィやエッチング、RIE

(Reactive Ion Etching)などのいわゆる半導体加工技術により微小開口11を設けても良い。この場合もファイバプローブのように突起形状を持つ構造にしても良い。

【0041】また、前記説明では光ファイバ9の先端部を円錐台状の突起形状に加工した光プローブ8や平板型で形成した光プローブ8について説明したが、図17

(a)の断面図と(b)の上面図に示すように、光プローブ8の先端部を4角錐の突起形状にし、突起形状の外周面全体に金属遮光膜10を設けたり、図18(a)の断面図と(b)の上面図に示すように、先端部が4角錐の突起形状の斜面の一面にだけ金属遮光膜10を設けても良い。このように光プローブ8の先端部を4角錐の突起形状にすることにより、例えば文献、レーザ研究2000年9月号の590頁から599頁に示された「高転送速度、光記録密度光ディスクヘッドの研究」に示されたように、レンズのような集光効果を持たせ、光の利用効率を高めることができる。また、図18に示すように、4角錐の突起形状の斜面の一面にだけ金属遮光膜10を設けた光プローブ8は、例えば文献レーザ学会学術講演会第21回年

次大会講演予稿集(Jan. 2001)203に三木聡、後藤顕也により「FDTD法による近接場記録のためのプローブヘッドの解析」に示されたように、光プローブ8の金属端に局在する表面プラズモンの影響により、先端部での電界が強化され、また、非対称性を導入することにより、金属開口特有の双峰性を抑え、70nm程度の半値幅が得られ、光の利用効率を高めることができる。

【0042】また、これまでの説明では相変化型記録材料や追記型記録材料により記録層24を形成した記録媒体2について説明したが、光磁気記録層を持つ書換え記録媒体や、読み出しのみのROM型記録媒体にも同様に適用することができる。

【0043】また、トラッキングエラー信号を得るために位相検波を用いた例を示したが、位相に同期して信号検出する方法、例えばサンプル・ホールド回路を用いても同様にトラッキングエラー信号を得ることができる。

【0044】

【発明の効果】この発明は以上説明したように、情報を記録する記録層に沿って、金属材料で構成された低抵抗ストライプをデータ列方向に平行に設け、光プローブで発生する近接場光による電界を低抵抗ストライプに集中させることにより、記録層を効率良く加熱して記録マークを書き込むことができ、光の利用効率と分解能を向上させて、高密度で情報を記録することができる。

【0045】また、情報を記録する記録層に沿って、金属材料で構成された低抵抗ドットをデータ列方向に平行に設け、光プローブで発生する近接場光による電界を低抵抗ドットに集中させて、記録層をより効率良く加熱して記録マークを書き込むことができる。

【0046】さらに、低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットを記録層の光プローブと対向する面と反対側の面に沿って設け、光プローブで発生する近接場光による電界を低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットの直上に集中させ、記録層を効率良く加熱して記録マークを書き込み、光の利用効率と分解能をより向上させることができる。

【0047】また、低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットの間隔を $p$ 、幅を $w$ 、光プローブの開口径を $d$ とした場合、

$w < (d/2)$ で、かつ $(2p - w) > d$

の関係を満たすように低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットを平行に設け、光の利用効率と分解能を同時に向上させることができる。

【0048】また、低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットを一定周期で蛇行させたり、低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットを、一方の辺と他方の辺を異なる周期で蛇行させることにより、光の利用効率と分解能を向上させるとともに、トラッキングエラー信号を高精度でかつ容易に得ることができる。

【0049】また、光プローブのレーザ光を導入するコアーの先端部の金属遮光膜の一部に記録媒体を対向して



配置される微小開口を設けることにより、微小開口と金属遮光膜の境界に電界を集中させて光の利用効率と分解能を向上させることができる。

【0050】また、光プローブのレーザ光を導入するコアの先端部を突起形状とし、コアの外周面に金属遮光膜を被覆し、光プローブの先端部に電界を集中させ、光の利用効率と分解能をより向上させることができる。

【0051】さらに、レーザ光を導入するコアの先端部を角錐形状とし、角錐形状の斜面の一部に金属遮光膜を被覆することにより、金属開口特有の双峰性を抑え、光の利用効率を高めることができる。

【0052】また、情報記録再生装置に上記光プローブを使用して、低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットを有する記録媒体に情報を記録するとともに、記録媒体に記録された情報を再生することにより、光の利用効率と分解能を向上させて、かつ情報を高密度に記録することができる。

【0053】また、記録媒体に情報を記録し、再生するときに、光プローブの先端で発生する近接場光の偏光方向が記録媒体のデータ列方向に対して直交する方向になるように光プローブにレーザ光を照射して、光プローブで発生する近接場光による電界を低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットに集中させることにより、光の利用効率と分解能を向上させることができる。

【0054】さらに、低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットをデータ列方向に平行に設け記録媒体に対して情報を記録再生するときに、光プローブから発生する近接場光が、記録媒体の低抵抗ストライプ又は低抵抗ドットに対して一定周期で蛇行するように光プローブに振動を与えることにより、トラッキングエラー信号を高精度でかつ容易に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の情報記録再生装置の構成図である。

【図2】光プローブと記録媒体の構成図である。

【図3】光プローブの微小開口に対する記録媒体の低抵抗ストライプの配置を示す断面図である。

【図4】低抵抗ストライプの作成方法を示す工程図である。

【図5】低抵抗ストライプの第2の作成方法を示す工程図である。

【図6】低抵抗ストライプの第3の作成方法を示す工程図である。

【図7】第2の記録媒体と光プローブの構成図である。

【図8】第2の記録媒体と光プローブの動作を示す模式図である。

【図9】第3の記録媒体と光プローブの構成図である。

【図10】第4の記録媒体と光プローブの構成図である。

【図11】蛇行した低抵抗ストライプを有する記録媒体からの反射光の光信号強度の変化特性図である。

【図12】第5の記録媒体と光プローブの構成図である。

【図13】第6の記録媒体と光プローブの構成図である。

【図14】光プローブの加振機構を示す断面図である。

【図15】この発明の他の情報記録再生装置の構成図である。

【図16】平板型の光プローブの断面図である。

【図17】第7の記録媒体と光プローブの構成図である。

【図18】第8の記録媒体と光プローブの構成図である。

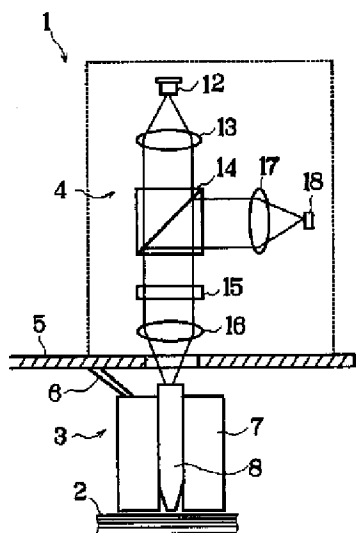
【図19】計算モデルの構成図である。

【図20】計算モデルでシュミレーションした電界分布図である。

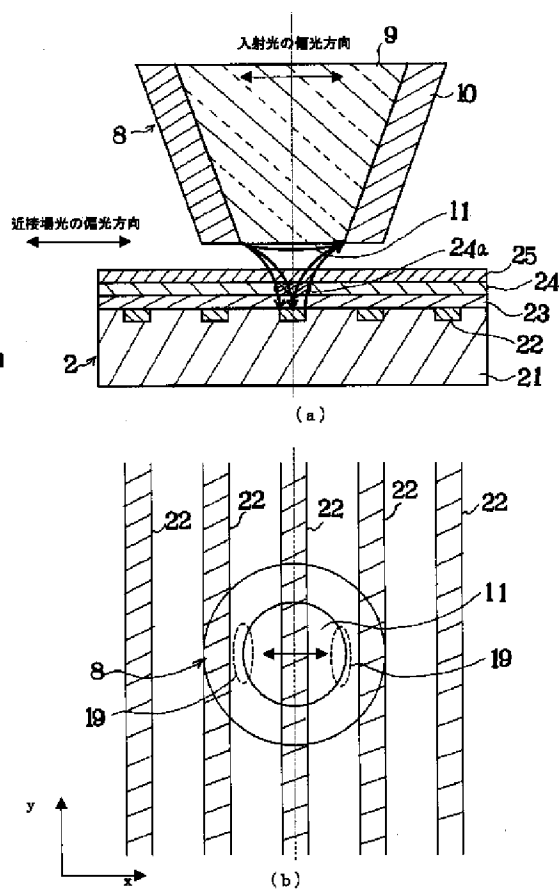
【符号の説明】

1；情報記録再生装置、2；記録媒体、3；光ヘッド、4；光学系、5；アーム、6；サスペンション、7；スライダ、8；光プローブ、9；光ファイバ、10；金属遮光膜、11；微小開口、12；LD、13；コリメータレンズ、14；偏光ビームスプリッタ、15；1/4波長板、16；対物レンズ、17；集光レンズ、18；光検出器、21；基板、22；低抵抗ストライプ、23；誘電体層、24；記録層、25；保護層、41；低抵抗ドット。

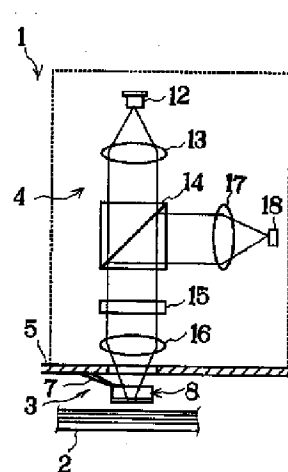
【図1】



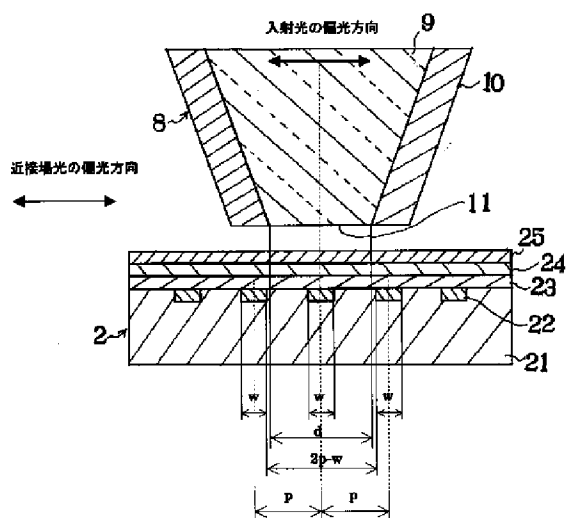
【図2】



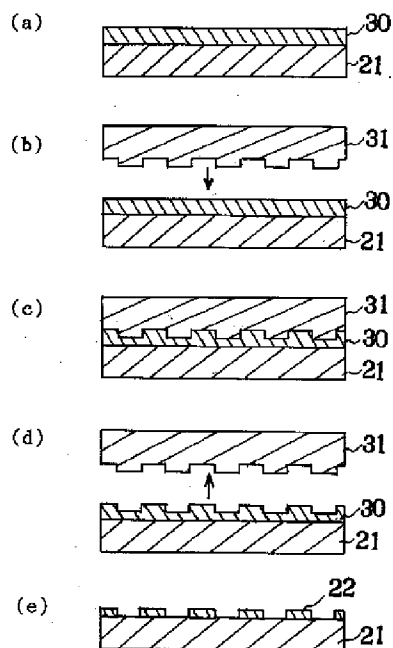
【図15】



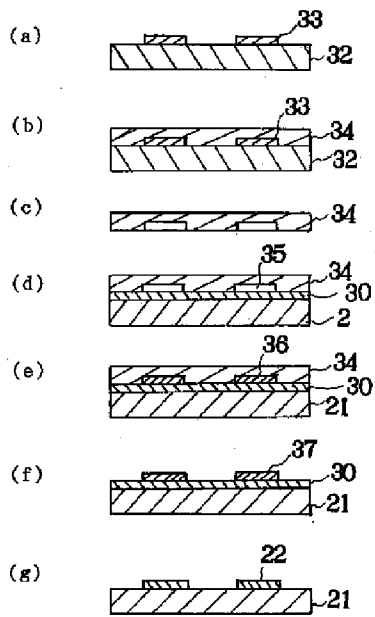
【図3】



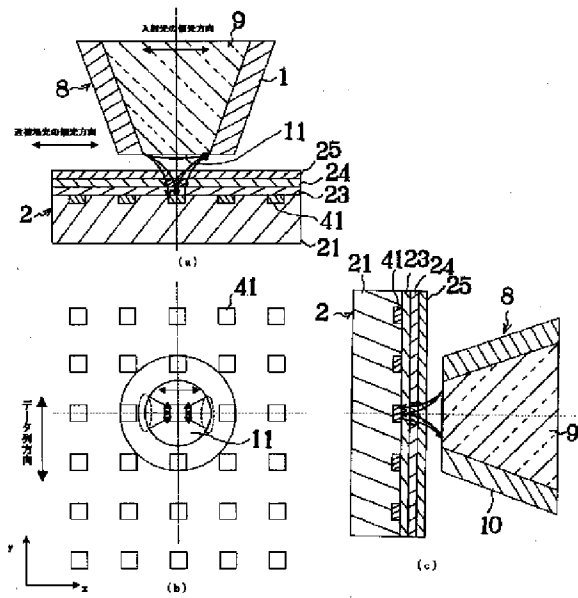
【図4】



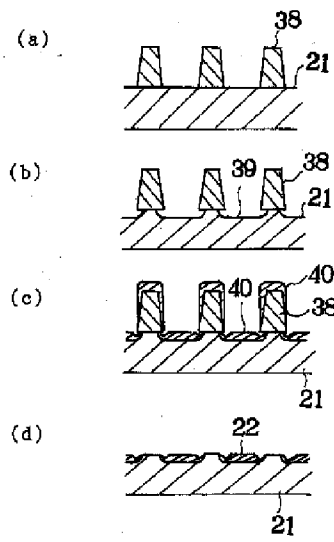
【図 5】



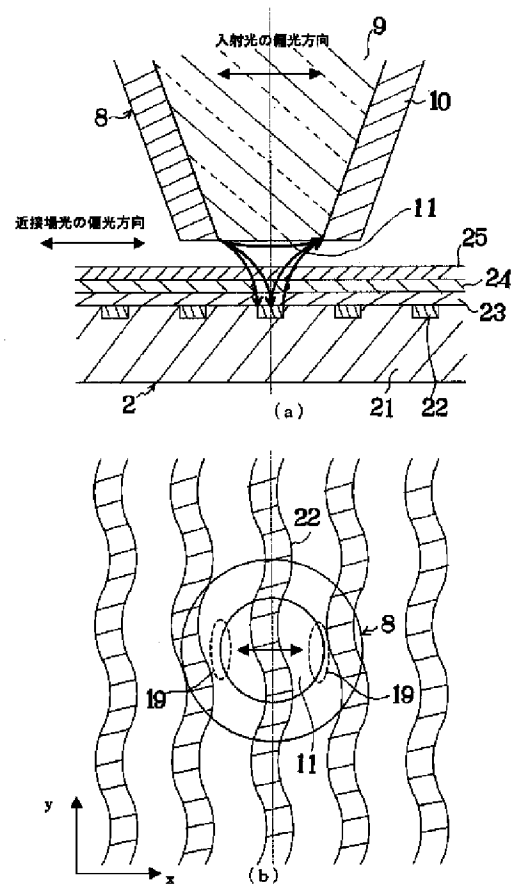
【図 7】



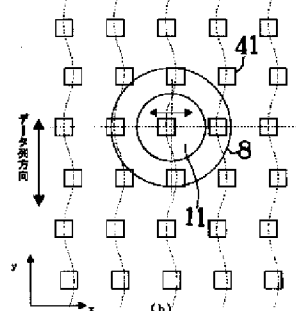
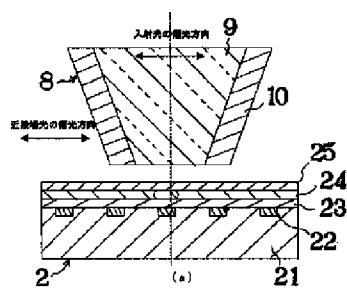
【図 6】



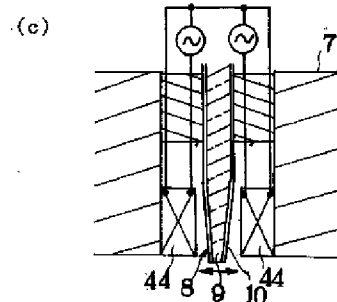
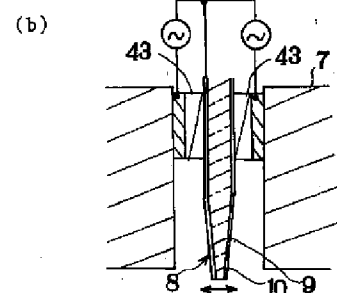
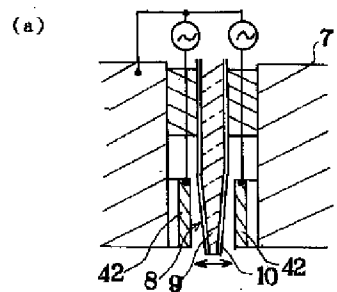
【図 9】



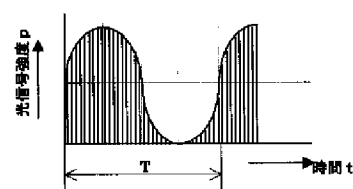
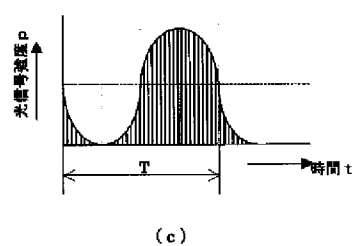
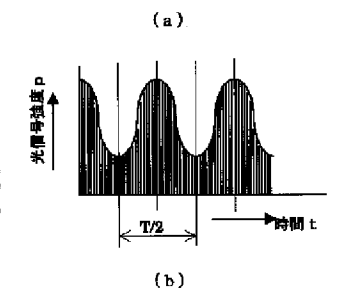
【図10】



【図14】

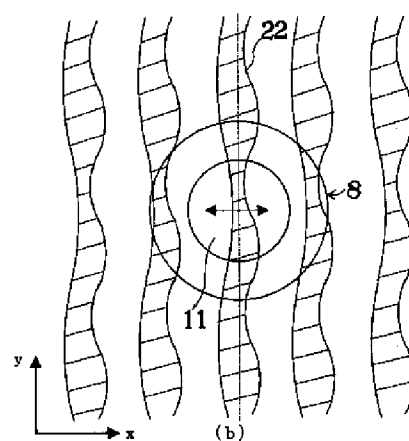
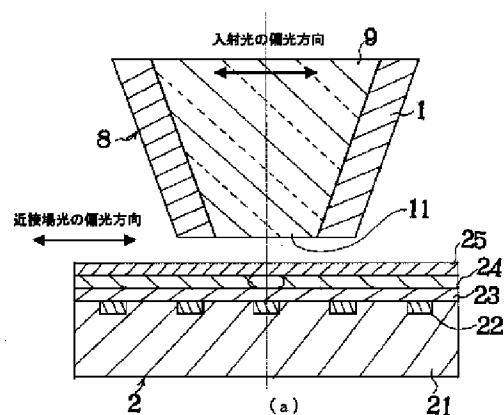


【図11】

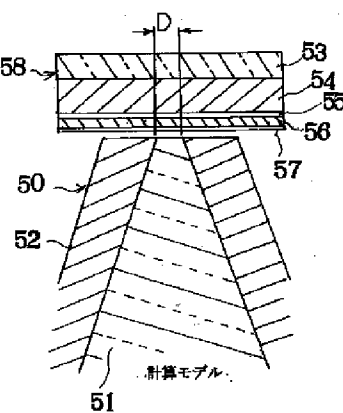
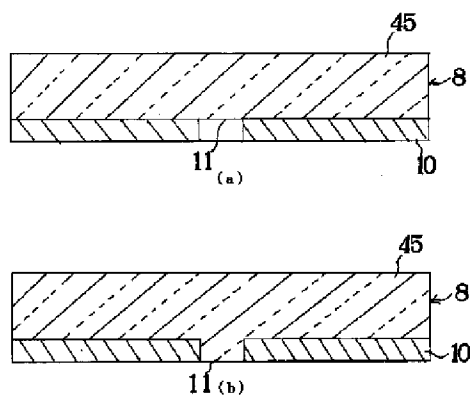


【図16】

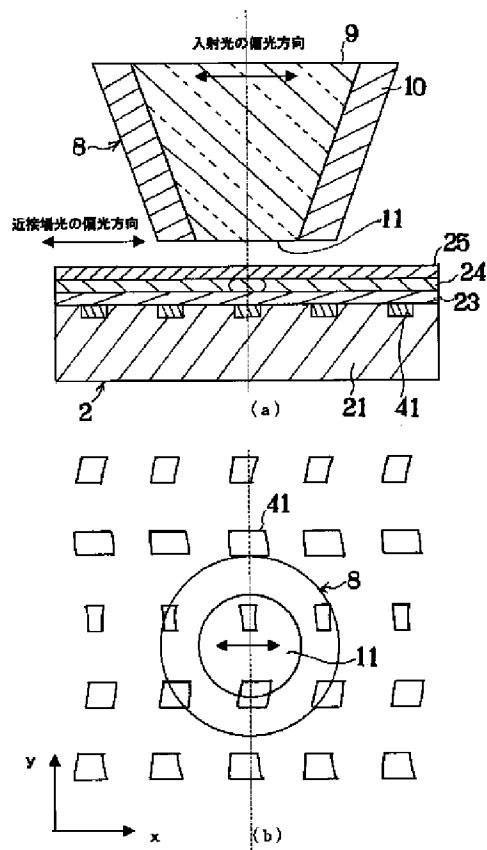
【図12】



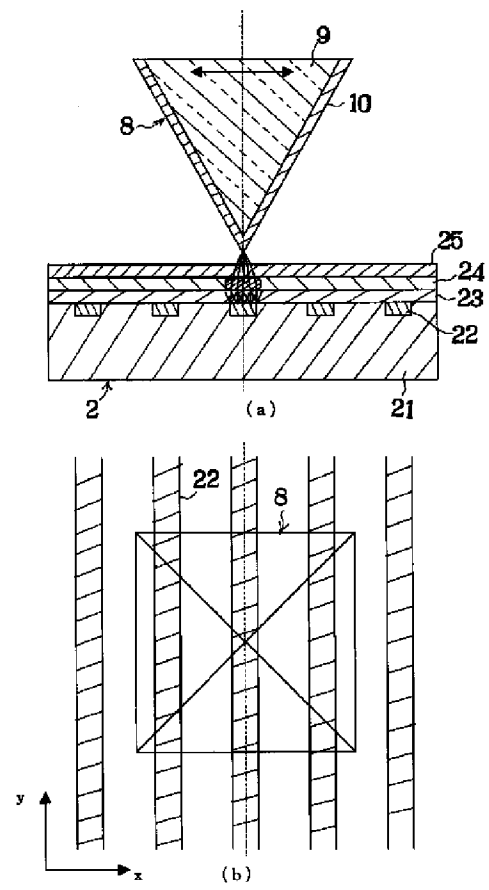
【図19】



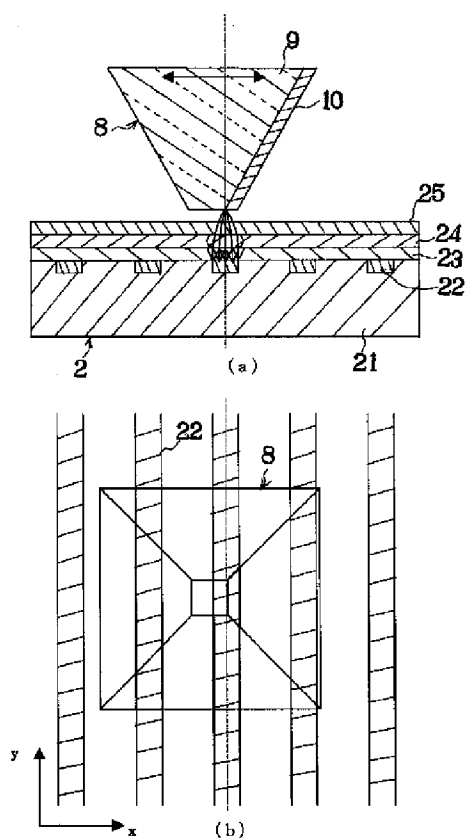
【図13】



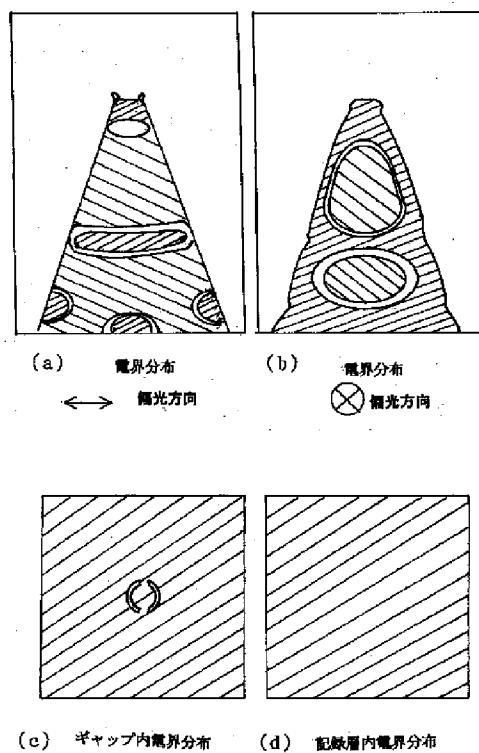
【図17】



【図18】



【図20】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

G 1 1 B 7/24  
7/007  
7/09  
7/135

識別記号

F I

G 1 1 B 7/24  
7/007  
7/09  
7/135

テーマコード (参考)

5 6 1 T  
C  
A

(72) 発明者 三浦 博

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

F ターム(参考) 5D029 HA06 NA07 VA01 WA02 WA03  
WA18 WB11 WC06 WD12  
5D090 AA01 BB03 BB05 CC01 CC04  
DD01 FF02 FF11 GG03 GG22  
GG38 KK02 LL01  
5D118 AA13 BA01 BB03 BB07 BC04  
BF02 BF03 CC06 CD03 DA25  
DC10  
5D119 AA11 AA22 AA28 AA43 BA01  
BB02 BB04 CA06 DA01 DA05  
EA02 EB02 EC20 EC34 FA05  
JA35 JA64 MA05 MA06  
5D789 AA11 AA22 AA28 AA43 BA01  
BB02 BB04 CA06 CA21 CA22  
CA23 DA01 DA05 EA02 EB02  
EC20 EC34 FA05 JA35 JA64  
JA66 MA05 MA06